

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления картера бортового редуктора
трубоукладчика

Студент	<u>М.А. Старостин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2020

Аннотация

Старостин Максим Александрович. Технологический процесс изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Данная работа имеет цель, которая заключается в разработке технологического процесса изготовления обеспечивающего выпуск необходимого количества картеров бортового редуктора трубоукладчика отвечающих заданным конструктором техническим требованиям при условии обеспечения минимума затрат на их изготовление.

Первый раздел содержит комплексный анализ исходных данных. В ходе которого подробно проанализированы служебное назначение детали, условия ее эксплуатации и технологичность. По результатам выполнения данного раздела сформулированы основные задачи работы, решение которых необходимо для достижения поставленной цели. Второй раздел содержит результаты решения технологических задач. В частности решены задачи выбора метода получения заготовки, определения маршрута обработки поверхностей, расчета припусков на обработку, выбора средств технологического оснащения техпроцесса, разработки схем базирования заготовок на операциях техпроцесса, разработки плана изготовления, определения режимов резания и норм времени на выполнение технологических операций, разработки соответствующей технологической документации. Третий раздел содержит результаты решения конструкторских задач. В частности решены задачи проектирования станочного приспособление и режущего инструмент для технически несовершенных операций. Четвертый раздел содержит результаты анализа безопасности и экологичности технологического процесса. Пятый раздел содержит расчеты экономических показателей технологического процесса.

Работа состоит из 63 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

Содержание

Введение.....	3
1 Анализ исходных данных.....	4
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....	4
1.2 Технологические характеристики детали.....	5
1.3 Выбор параметров техпроцесса.....	6
1.4 Формулировка задач работы.....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Проектирование заготовки.....	9
2.2 Проектирование плана изготовления.....	18
2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....	19
2.4 Разработка технологических операций.....	24
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	26
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	26
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	40
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	61

Введение

Процесс укладки трубопровода в траншее производится с помощью специальной машины, которая называется трубоукладчик. Данные машины представляют собой самоходные грузоподъемные машины, выполненные в виде тракторных кранов. Основное их назначение заключается в осуществлении подъема, транспортировки и монтажа труб, а также трубопроводного оборудования при монтаже магистральных трубопроводов большой протяженности.

Эксплуатация трубоукладчиков чаще всего производится в условиях отсутствия в непосредственной близости от места производства работ баз обслуживания и ремонта. Особенности организации технологического процесса укладки труб вызывают необходимость одновременного использования группы таких машин, которые формируют изоляционно-укладочную колонну. В связи с этим выход из строя одного трубоукладчика приведет к остановке всего процесса укладки и вынужденному простоем всех остальных механизмов. Данные обстоятельства накладывают жесткие требования по надежности и ремонтпригодности всех без исключения узлов трубоукладчиков. Следует также заметить, что трубоукладчики чаще всего работают в условиях бездорожья, что также накладывает определенные жесткие требования к их узлам, агрегатам и деталям, входящим в их состав. Одной из таких деталей является картер бортового редуктора, при помощи которого производится получение окончательного крутящего момента на ведущей звездочке гусеницы.

Приведенные выше соображения позволяют сформулировать цель данной работы, которая заключается в разработке технологического процесса изготовления обеспечивающего выпуск необходимого количества картеров трубоукладчика отвечающих заданным конструктором техническим требованиям при условии обеспечения минимума затрат на их изготовление.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

Картер бортового редуктора трубоукладчика служит для установки в нем подшипников, на которые устанавливаются валы и валы-шестерни привода ведущей звездочки. Присоединение картера к корпусу выполняется базированием по штифтам и закреплением на нем при помощи винтов.

Конструкция картера несложная. Контур детали формируется при помощи простейших цилиндрических поверхностей и плоскостей. Наиболее сложными элементами конструкции являются поверхности сопряжения бобышек под крепежные элементы.

В процессе эксплуатации картер неподвижен и в нормальном режиме работы не испытывает серьезных внутренних нагрузок непосредственно от работы механизма бортового редуктора, приводящих к повреждению поверхностей. Также не должно происходить износа поверхностей в посадочных местах при исправных подшипниках.

Наибольшее влияние на картер оказывают внешние условия, так как работа трубоукладчика происходит в тяжелейших условиях бездорожья, под влиянием разнообразных внешних климатических факторов. В ходе выполнения работ возможно возникновение ударных нагрузок вследствие особенностей протекания технологического процесса и влияния вибраций от другого технологического оборудования. Под влиянием грязи и большой величины перемещаемых грузов возможно возникновение больших динамических нагрузок. Влияние климатических условий совместно с наличием контакта в процессе эксплуатации песка и грязи может привести к возникновению коррозии и адгезионного износа внешних поверхностей картера. Влияние данных факторов на деталь, в комплексе или по отдельности, может привести к повреждению поверхностей, нарушению их размерной точности и, как следствие, преждевременному выходу ее из строя.

1.2 Технологические характеристики детали

Определение технологических характеристик детали подразумевает оценку на технологичность исходя из ее материала, конструкции, возможных методов получения заготовки и механической обработки. Данные характеристики оцениваем по методике [15].

«Оценка технологичности материала детали основана на знании ее химического состава и физико-механических свойств» [15]. Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88 имеет следующий химический состав [29]: углерод 0,35-0,45%, хром 0,45-0,75%, сера 0,04%, фосфор 0,04%, кремний 0,2-0,4%, марганец 0,4-0,9%, медь 0,3%. Характеристика физико-механических свойств данной стали определяется ее пределом прочности при растяжении, который в состоянии поставки составляет 620 МПа. Эти характеристики позволяют обеспечить хорошую обрабатываемость резанием, что подтверждается соответствующими коэффициентами обрабатываемости.

Конструкция детали простая, количество поверхностей небольшое. Форма поверхностей детали позволяет получить их стандартными методами обработки. Размеры поверхностей детали соответствуют нормальному размерному ряду чисел. Требования к твердости детали позволяют их обеспечить применением стандартной термической обработки.

Выбор методов для получения заготовки данной детали ограничивается материалом детали, ее габаритными характеристиками и годовой программой выпуска. Согласно рекомендациям [6] наиболее рационально в данном случае использовать методы получения заготовки литьем в кокиль или в землю.

Анализ поверхности картера можно сделать вывод, что их форма, а также требования к характеристикам их исполнения не требуют применения специальных методов обработки. Возможно применение типовых технологий изготовления. С точки зрения построения операций механической обработки технологичность также можно считать достаточной. Это объясняется

простотой базирования на операциях техпроцесса с применением типовых схем и обеспечением принципов единства и постоянства баз. Схемы базирования могут быть реализованы при помощи цилиндрических и плоских поверхностей детали. При этом реализация схем базирования может быть осуществлена с применением стандартных средств оснащения. Механическая обработка может быть выполнена с применением стандартизованного и нормализованного режущего инструмента.

Представленный анализ показал, что показатели технологичности детали охарактеризовать как хорошие, а саму деталь можно охарактеризовать как типовую деталь данного класса.

1.3 Выбор параметров техпроцесса

Для проведения анализа техпроцесса необходимо определить тип производства, который определяется согласно данным [1]. Годовая программа определяется исходными данными и составляет 5000 деталей в год. Для определения массы детали спроектируем ее объемную модель (рисунок 1) и используем автоматическое определение. Получим массу картера 21,97 кг.



Рисунок 1 – Модель детали

Такие параметры соответствуют среднесерийному типу производства.

Анализируя данный тип производства, следует выделить следующее. Наиболее приемлема непоточная организация техпроцесса, с изготовлением деталей партиями. Метод получения заготовок зависит от технологических возможностей производства и материала. В нашем случае это различные виды литья. В обоих случаях припуски на обработку должны быть рассчитаны достаточно точно. С этой целью используются два основных метода: аналитический и статистический.

Техпроцесс разрабатывается с использованием типового. Документация в виде маршрутно-операционных карт. При этом оборудование настраивается заранее. В зависимости от имеющегося оборудования могут применяться также средства активного контроля и адаптивного управления. Одним из наиболее прогрессивных вариантов оснащения техпроцесса является использование станков с ЧПУ, но допускается использование универсальных и специализированных станков. Возможно использование разнообразных средств оснащения техпроцесса от универсальных до специальных.

При определении режимы резания следует ориентироваться на нормативы, но в ряде случаев можно использовать расчетные методы.

1.4 Формулировка задач работы

Проведенный анализ исходных данных и оценка технологичности детали являются основой для постановки задач, решение которых позволит достигнуть сформулированную во введении цель проектирования технологического процесса.

Первая задача заключается в проектировании максимально эффективной технологии изготовления детали на основе проведенного выше анализа и характеристиках типа производства. Решение данной задачи заключается в проведении выбора и проектирования заготовки на основе

точного определения припусков на обработку. Так же необходимо спроектировать оптимальный план изготовления детали на основе наиболее эффективных в условиях выбранного типа производства временных структур построения операций. Необходимо провести выбор наиболее эффективного технологического оборудования и средств технологического оснащения. Ключевым вопросом в обеспечении эффективности решения данной задачи является проведение расчетов режимов резания и нормирования операций технологического процесса.

Вторая задача заключается в обеспечении проектирования и применения специальных средств оснащения для операций имеющих существенные технические недостатки или являющиеся лимитирующими, что позволит максимально повысить их эффективность и минимизировать затраты на их проведение.

Третья задача заключается в проведении анализа спроектированного технологического процесса на безопасность его выполнения и влияние его на окружающую среду. Решение этой задачи позволит выявить наиболее проблемные операции с данной точки зрения и разработать соответствующие мероприятия по устранению или снижению влияния выявленных негативных факторов.

Четвертая задача выполнения работы заключается в проведении экономических расчетов, которые покажут насколько эффективны принятые решения.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Проектирование заготовки

В качестве материала для получения картера используется литейная сталь, что ограничивает выбор методов получения заготовки различными методами литья. В данном случае лучшими вариантами получения заготовок, согласно данным [4], будут литье в кокиль или в землю, что обусловлено в первую очередь формой детали. Выбор конкретного варианта получения заготовок производим путем сравнения технологических себестоимостей методов по методике [10].

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения заготовки анализируемым методом, руб.;

$C_{МЕХ}$ – стоимость снятия стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг.

Стоимость заготовки на стадии начального проектирования можно определить как:

$$C_{ЗАГ} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где $C_{ОТ}$ – цена за 1 кг заготовки, анализируемым методом, руб.;

h_T – коэффициент метода получения заготовки;

h_C – коэффициент сложности метода получения заготовки;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

$h_{П}$ – коэффициент годовой программы производства.

В обоих случаях составляющие выражения (2) равны, поэтому стоимости получения заготовки также равны.

$$C_{ЗАГ} = 75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 = 132 \text{ р.}$$

«Стоимость снятия стружки определяется с использованием выражения:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

где C_C – текущие затраты на удаление одного кг стружки, руб.;

C_K – капитальные вложения на один кг стружки, руб.;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [10].

В выражении (3) составляющие также равны, поэтому стоимости снятия стружки также равны.

$$C_{МЕХ} = 35,6 + 0,1 \cdot 103,5 = 46 \text{ р.}$$

Определим массу заготовки:

$$Q = q \cdot K_P, \quad (4)$$

где K_P – коэффициент, который учитывает характеристики метода получения заготовки.

Для метода получения заготовки литьем в кокиль получаем:

$$Q = 21,97 \cdot 1,33 = 29,28 \text{ кг.}$$

Для метода получения заготовки литьем в землю:

$$Q = 21,97 \cdot 1,6 = 35,15 \text{ кг.}$$

Выполняем расчет затрат на получение детали для каждого из методов по формуле (1).

Для метода получения заготовки литьем в кокиль получаем:

$$\begin{aligned} C_{Т1} &= 132 \cdot 29,28 + 46 \cdot (29,28 - 21,97) - 1,4 \cdot (29,28 - 21,97) = \\ &= 4190,98 \text{ р.} \end{aligned}$$

Для метода получения заготовки методом литьем в землю:

$$C_{T2} = 132 \cdot 35,15 + 46 \cdot (35,15 - 21,97) - 1,4 \cdot (35,15 - 21,97) = \\ = 5227,63 \text{ р.}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль эффективнее.

При этом может быть получен сравнительный экономический эффект для всей годовой программы:

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска, шт.

$$\mathcal{E} = (5227,63 - 4190,98) \cdot 5000 = 5183250 \text{ р.}$$

Из полученного экономического эффекта можно сделать вывод о высокой эффективности выбранного метода получения заготовки литьем в кокиль. В связи с этим данный метод принимаем для проведения дальнейшего проектирования заготовки.

Для успешного проектирования заготовки необходимо в первую очередь определить припуски на обработку для каждой поверхности. Определение припуска один из важнейших этапов проектирования технологического процесса. От правильности принятых на данном этапе решений зависит обеспечение требований по точности выполняемых размеров и характеристикам поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей. Недостаточное значение припуска приведет к невыполнению данных требований. Избыточное значение припуска приведет к увеличению затрат на получение заготовки и ее механическую обработку. Для определения припусков нужно составить маршруты обработки поверхностей. Составление маршрута производится по рекомендациям [8] исходя из показателей точности поверхностей и требуемого состояния поверхностного слоя. Для составления маршрута каждой поверхности присваиваем свой номер (рисунок 2).

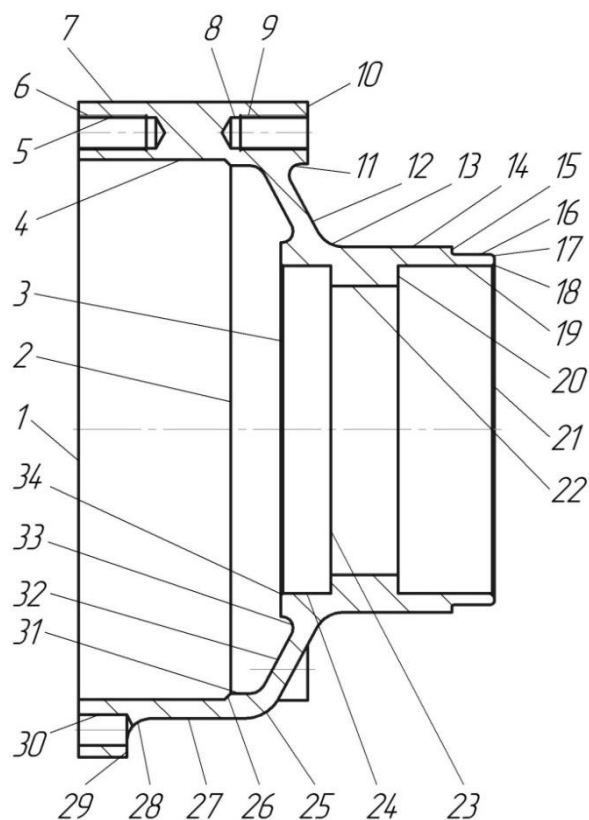


Рисунок 2 – Номера поверхностей

Основываясь на рекомендациях, получаем следующие маршруты.

Поверхности 1, 21 обрабатываются по следующему маршруту: точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование.

Поверхности 2, 3, 4, 22, 26 обрабатываются по следующему маршруту: точение и термообработка.

Поверхности 5, 8 обрабатываются по следующему маршруту: сверление и термообработка.

Поверхности 6, 9 обрабатываются по следующему маршруту: резбонарезание и термообработка.

Поверхности 7, 11, 12, 13, 14, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33 обрабатываются по следующему маршруту: литье и термообработка.

Поверхность 10 обрабатывается по следующему маршруту: фрезерование и термообработка.

Поверхности 15, 16 обрабатываются по следующему маршруту: точение черновое и чистовое, термообработка.

Поверхности 17, 18, 34 обрабатываются по следующему маршруту: точение чистовое и термообработка.

Поверхности 19, 20, 23, 24 обрабатываются по следующему маршруту: точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 30 обрабатывается по следующему маршруту: сверление, зенкерование, развертывание и термообработка.

Имея маршруты обработки для каждой поверхности можно рассчитать припуски на них. Для точных поверхностей 19 и 24 припуск определяем расчетным методом [25]. Для остальных поверхностей применяем упрощенную методику с использованием статистических данных [14, 28].

«Минимальный припуск определяется исходя из условия гарантированного удаления дефектного слоя от предыдущей обработки, а также погрешностей обработки:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a_{i-1} – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем переходе, мм» [25].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,03^2} = 1,105 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2} = 0,304 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155 \text{ мм.}$$

«Значение максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i), \quad (7)$$

где TD_i – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм» [25].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,105 + 0,5 \cdot (3,2 + 0,4) = \\ &= 2,905 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,304 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,16) = \\ &= 0,584 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{\text{то}} + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,063) = \\ &= 0,339 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,063 + 0,04) = \\ &= 0,207 \text{ мм.} \end{aligned}$$

«Усредненное значение припусков определяется по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [25]$$

$$z_{\text{ср}1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (2,905 + 1,105) = 2,005 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,584 + 0,304) = 0,961 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,339 + 0,295) = 0,317 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,207 + 0,155) = 0,181 \text{ мм.}$$

Максимальные размеры поверхности для операций определяются по формуле:

$$D_{(i-1)max} = D_{i max} - 2 \cdot z_{i min}. \quad (9)$$

При выполнении термической обработки максимальный размер определяется по формуле:

$$D_{(то-1)max} = D_{(i-1) max} \cdot 0,999. \quad (10)$$

Минимальные величины операционных размеров определяются по формуле:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (11)$$

Средние величины операционных размеров определяются по формуле:

$$D_{i ср} = 0,5 \cdot (D_{i max} + D_{i min}). \quad (12)$$

Ниже приведены результаты проведения расчетов.

$$D_{4 max} = 170,040 \text{ мм.}$$

$$D_{4 min} = 170,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4 ср} = 0,5 \cdot (D_{4 max} + D_{4 min}) = 0,5 \cdot (170,040 + 170,000) = \\ = 170,020 \text{ мм.}$$

$$D_{3 max} = D_{4 max} - 2 \cdot z_{4 min} = 170,040 - 2 \cdot 0,155 = 169,730 \text{ мм.}$$

$$D_{3 min} = D_{3 max} - TD_3 = 169,730 - 0,063 = 169,667 \text{ мм.}$$

$$D_{3 ср} = 0,5 \cdot (D_{3 max} + D_{3 min}) = 0,5 \cdot (169,730 + 169,667) = \\ = 169,699 \text{ мм.}$$

$$D_{то max} = D_{3 max} - 2 \cdot z_{3 min} = 169,730 - 2 \cdot 0,295 = 169,140 \text{ мм.}$$

$$D_{то min} = D_{то max} - TD_{то} = 169,140 - 0,160 = 168,980 \text{ мм.}$$

$$D_{то ср} = 0,5 \cdot (D_{то max} + D_{то min}) = 0,5 \cdot (169,140 + 168,980) = \\ = 169,060 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{\text{То max}} \cdot 0,999 = 169,140 \cdot 0,999 = 168,971 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 168,971 - 0,160 = 168,811 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (168,971 + 168,811) = \\ = 168,891 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 168,971 - 2 \cdot 0,304 = 168,363 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 168,363 - 0,400 = 167,963 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{1 \max} + D_{1 \min}) = 0,5 \cdot (168,363 + 167,963) = \\ = 168,163 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 168,363 - 2 \cdot 1,105 = 166,153 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 166,153 - 4,4 = 161,753 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{0 \max} + D_{0 \min}) = 0,5 \cdot (166,153 + 161,753) = \\ = 163,953 \text{ мм.}$$

Величина минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\min} = D_{4 \max} - D_{0 \min}. \quad (13)$$

$$2z_{\min} = 170,000 - 166,153 = 3,847 \text{ мм.}$$

Величина максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_0 + TD_4. \quad (14)$$

$$2z_{\max} = 3,847 + 4,400 + 0,040 = 8,287 \text{ мм.}$$

Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}). \quad (15)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (8,287 + 3,847) = 6,067 \text{ мм.}$$

Определяем припуски для остальных поверхностей. Припуски на обработку других поверхностей с достаточной точностью можно определить,

используя опытно-статистическим методом [14]. При использовании данного метода значения минимальных припусков определяются на основе статистических данных в зависимости от метода обработки, требуемой точности и размеров поверхности. Максимальный припуск определяется исходя из допусков на выполнение размера на текущем и предыдущем переходах по формуле (7).

Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей картера занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей

Поверхность	Номер перехода	Минимальное значение припуска, мм	Максимальное значение припуска, мм
1	1	3,0	5,73
	2	1,2	1,523
	3	0,6	0,785
3	1	2,5	4,675
4	1	3,0	6,06
7	1	2,53	5,615
10	1	2,5	4,475
16	1	2,1	4,53
	2	0,15	0,473
20	1	2,5	4,075
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,64
	4	0,1	0,24
21	1	2,5	5,23
	2	1,0	1,323
	3	0,5	0,685
22	1	2,1	4,1
23	1	2,5	4,075
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,64
	4	0,1	0,24
30	1	0,375	0,5
	2	0,125	0,174

Следующим этапом проектирования заготовки является определение ее основных характеристик, а также допусков на выполняемые размеры и напусков на основе ГОСТ Р 53464-2009 [5].

Контур заготовки получаем путем прибавления к контуру детали соответствующих припусков и напусков. Чертеж заготовки со всеми необходимыми параметрами представлен в графической части работы.

2.2 Проектирование плана изготовления

Формирование маршрута изготовления детали производим на основании типа производства. В соответствии с рекомендациями для среднесерийного производства необходимо использовать типовые техпроцессы [9, 11, 23, 27] с последующей их доработкой исходя из конструкции детали. В результате получаем следующий маршрут.

Операция 005 Токарная обрабатываются поверхности 1, 2, 3, 4, 7, 22.

Операция 010 Токарная обрабатываются поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21.

Операция 015 Токарная обрабатываются поверхности 1, 23, 24, 34.

Операция 020 Токарная обрабатываются поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21.

Операция 025 Сверлильная обрабатываются поверхности 5, 6, 30.

Операция 030 Сверлильная обрабатываются поверхности 8, 9, 10.

Операция 035 Термическая обрабатываются все поверхности.

Операция 040 Плоскошлифовальная обрабатываются поверхности 1, 21.

Операция 045 Внутришлифовальная обрабатываются поверхности 19, 20.

Операция 050 Внутришлифовальная обрабатываются поверхности 23, 24.

Операция 055 Внутришлифовальная обрабатываются поверхности 19, 20.

Операция 060 Внутришлифовальная обрабатываются поверхности 23, 24.

Операция 065 Хонинговальная обрабатывается поверхность 19.

Полученный маршрут является основой для проектирования плана изготовления картера. Кроме информации о маршруте изготовления в плане изготовления указывается информация по базированию на операциях и точности выполнения операций согласно данным [17, 20]

2.3 Определение средств оснащения техпроцесса

Определение средств оснащения техпроцесса многовариантная задача. Эффективность ее решения зависит от множества факторов [19], определяющие из которых:

- тип производства;
- габаритные и конструктивные характеристики детали;
- реализуемые методы обработки поверхностей;
- схемы базирования;
- структура операции;
- точность обработки;
- производительность обработки;
- характеристики обрабатываемых поверхностей;
- требования к надежности технологической системы;
- требования по безопасности эксплуатации;
- экономическая эффективность.

Выбор конкретных средств технологического оснащения и их наименований производится на основании данных [2, 12, 16, 18, 26].

Результаты выбора средств технологического оснащения представлены соответственно для оборудования в таблице 2, для станочных приспособлений в таблице 3, для металлорежущего инструмента в таблице 4, для средств контроля и измерений в таблице 5.

Таблица 2 – Результаты выбора металлорежущего оборудования

Операция	Поверхности	Содержание операции	Точность обработки	Оборудование
005 Токарная	1, 2, 3, 4, 7, 22	точение, растачивание шеек, торцев	12	токарный 16К20Ф3
010 Токарная	15, 16, 17, 19, 20, 21	точение, растачивание шеек, торцев	12	токарный 16К20Ф3
015 Токарная	1, 23, 24, 34	точение, растачивание шеек, торцев	10	токарный 16К20Ф3
020 Токарная	15, 16, 17, 19, 20, 21	точение, растачивание шеек, торцев	10	токарный 16К20Ф3
025 Сверлильная	5, 6, 30	сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы	10	вертикально-сверлильный 2С135Ф2
030 Сверлильная	8, 9, 10	фрезерование, сверление, нарезание резьбы	9	обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC
035 Термическая	все			установка закалки токами высокой частоты
040 Плоскошлифовальная	1, 21	шлифование торцев	8	плоскошлифовальный 3Д723
045 Внутришлифовальная	19, 20	шлифование отверстия, торца	8	внутришлифовальный 3К228В
050 Внутришлифовальная	23, 24	шлифование шейки и торца	8	внутришлифовальный 3К228В
055 Внутришлифовальная	19, 20	шлифование отверстия, торца	7	внутришлифовальный 3К228В
060 Внутришлифовальная	23, 24	шлифование шейки и торца	7	внутришлифовальный 3К228В
065 Хонинговальная	19	хонингование отверстия	7	хонинговальный 3Р84
070 Моечная	Все	мойка		моечная машина
075 Контрольная	Все	контроль		контрольный стол

Таблица 3 – Результаты выбора станочных приспособлений

Операция	Элемент базирования	Элемент закрепления	Содержание операции	Наименование приспособления
005 Токарная	торец кулачка	кулачок	точение, растачивание шеек, торцев	патрон 7100-0033 ГОСТ2675-80
010 Токарная	упоры	лепестки цанги	точение, растачивание шеек, торцев	оправка цанговая специальная
015 Токарная	упоры	лепестки цанги	точение, растачивание шеек, торцев	оправка цанговая специальная
020 Токарная	упоры	лепестки цанги	точение, растачивание шеек, торцев	оправка цанговая специальная
025 Сверлильная	упоры	лепестки цанги	сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы	оправка цанговая специальная
030 Сверлильная	упоры	лепестки цанги	фрезерование, сверление, нарезание резьбы	оправка цанговая специальная
040 Плоскошлифовальная	плита	магниты	шлифование торцев	плита магнитная 72080115 ГОСТ 16528-87
045 Внутришлифовальная	упоры	лепестки цанги	шлифование отверстия, торца	оправка цанговая специальная
050 Внутришлифовальная	упоры	лепестки цанги	шлифование шейки и торца	оправка цанговая специальная
055 Внутришлифовальная	упоры	лепестки цанги	шлифование отверстия, торца	оправка цанговая специальная
060 Внутришлифовальная	упоры	лепестки цанги	шлифование шейки и торца	оправка цанговая специальная
065 Хонинговальная	упоры	лепестки цанги	хонингование отверстия	оправка цанговая специальная

Таблица 4 – Результаты выбора металлорежущего инструмента

Операция	Инструментальный материал	Содержание операции	Инструмент
005 Токарная	T5K10	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73
010 Токарная	T5K10	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73
015 Токарная	T30K4, T5K10	точение, растачивание шеек, торцев	резец расточной ГОСТ 18879-73, резец канавочный ГОСТ 18879-73, резец контурный ГОСТ 18879-73
020 Токарная	T30K4, T5K10	точение, растачивание шеек, торцев	резец контурный ГОСТ 18879-73, резец расточной ГОСТ 18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73
025 Сверлильная	P6M5	сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы	сверло специальное, сверло ГОСТ10902-77, зенкер ГОСТ12489-71, развертка ГОСТ1672-80, метчик M18 ГОСТ 3266-81
030 Сверлильная	P6M5	фрезерование, сверление, нарезание резьбы	фреза концевая ГОСТ 17024-82, сверло специальное, метчик M18 ГОСТ 3266-81
040 Плоскошлифовальная	электрокорунд белый	шлифование торцев	круг 1 – 500×40×127 23A46K5V
045 Внутришлифовальная	электрокорунд белый	шлифование отверстия, торца	круг 11-50×32×13 23A60K7V30м/с1А, круг 1-25×40×13 23A60K5V40м/с1А
050 Внутришлифовальная	электрокорунд белый	шлифование шейки и торца	круг 11-50×32×13 23A60K7V30м/с1А, круг 1-25×40×13 23A60K5V40м/с1А
055 Внутришлифовальная	электрокорунд белый	шлифование отверстия, торца	круг 11-50×32×13 24A50K6V40м/с1А, круг 1-32×40×13 24A50K5V40м/с1А
060 Внутришлифовальная	электрокорунд белый	шлифование шейки и торца	круг 11-50×32×13 24A50K6V40м/с1А, круг 1-32×40×13 24A50K5V40м/с1А
065 Хонинговальная		хонингование отверстия	хон 23A80N

Таблица 5 – Результаты выбора средств контроля и измерений

Операция	Содержание операции	Точность контроля	Средство проведения контроля и измерений
005 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	12	нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89,
010 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	12	нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89
015 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	10	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
020 Токарная	точение, растачивание шеек, торцев	10	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
025 Сверлильная	сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы	8, 10	калибры
030 Сверлильная	фрезерование, сверление, нарезание резьбы	10	калибр
040 Плоскошлифовальная	шлифование торцев	10	скоба индикаторная ГОСТ1 1098-75
045 Внутришлифовальная	шлифование отверстия, торца	8	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
050 Внутришлифовальная	шлифование шейки и торца	8	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
055 Внутришлифовальная	шлифование отверстия, торца	7	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
060 Внутришлифовальная	шлифование шейки и торца	7	нутромер ГОСТ 10-88, скоба индикаторная ГОСТ 11098-75
065 Хонинговальная	хонингование отверстия	7	нутромер ГОСТ 10-88

Результаты определения средств оснащения техпроцесса заносятся в графы маршрутной карты и операционных карт, а также частично отражаются на чертеже плана изготовления детали.

2.4 Разработка технологических операций

После выбора всех средств оснащения можно определить основные технологические параметры операций (режимы резания). Разработка технологических операций предусматривает разработку маршрутной карты, операционных карт с картами эскизов, а также операционных технологических наладок.

Существует несколько основных методов определения режимов резания и каждый из них имеет свою область применения. В условиях среднесерийного производства рекомендуется применять статистический метод, который основан на усредненных статистических данных о режимах для операций техпроцесса [21]. Полученные результаты расчетов режимов резания и нормирования технологических операций заносим в таблицу 6. «Результаты разработки технологических операций должны отражать метод обработки, структуру операции, схемы базирования, оборудование для осуществления операции, станочные приспособления, металлорежущий инструмент, результаты определения режимов резания и нормирования операций» [21].

Таблица 6 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
005 Токарная						
1	0,4	171	160	60	0,94	5,23
2	0,32	141	160	166	3,24	
010 Токарная						
1	0,4	143	250	36	0,36	1,45
2	0,32	134	250	64	0,8	
015 Токарная						
1	0,2	267	250	34	0,68	1,88
2	0,15	267	500	30	0,4	
3	0,1	65	120	5	0,42	
020 Токарная						
1	0,2	286	500	36	0,36	

Продолжение таблицы 6

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
2	0,15	286	500	54	0,72	1,88
3	0,1	65	120	5	0,42	
025 Сверлильная						
1	0,2	7	150	210	7,0	15,65
2	0,2	7	150	81	2,7	
3	0,25	24	500	81	0,65	
4	0,4	16	320	81	0,63	
5	1,5	9	150	370	1,54	
030 Сверлильная						
1	0,15	50	630	180	0,63	11,46
2	0,2	7	150	210	7,0	
3	1,5	9	160	370	1,54	
040 Плоскошлифовальная						
1	0,015	10		526	4,8	6,0
045 Внутришлифовальная						
1	0,010	40	360	12	1,6	5,0
2	0,014	30	360	52	2,4	
050 Внутришлифовальная						
1	0,010	40	360	12	1,6	3,5
2	0,014	30	360	28	1,2	
055 Внутришлифовальная						
1	0,005	30	360	12	1,8	5,63
2	0,008	25	360	52	2,7	
060 Внутришлифовальная						
1	0,005	30	360	12	1,8	4,0
2	0,008	25	360	28	1,4	
065 Хонинговальная						
1	4	30		22	0,5	0,63

Полученные результаты проектирования технологических операций используются для дальнейшего совершенствования технологии изготовления картера. Для этого выявляются лимитирующие операции, а также операции, имеющие явные технические недостатки. Затем проводится анализ данных операций, по результатам которого делаются выводы о необходимости устранения выявленных недостатков.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление спроектируем для сверлильной операции, эскиз которой с операционными размерами разработан на рисунке 3.

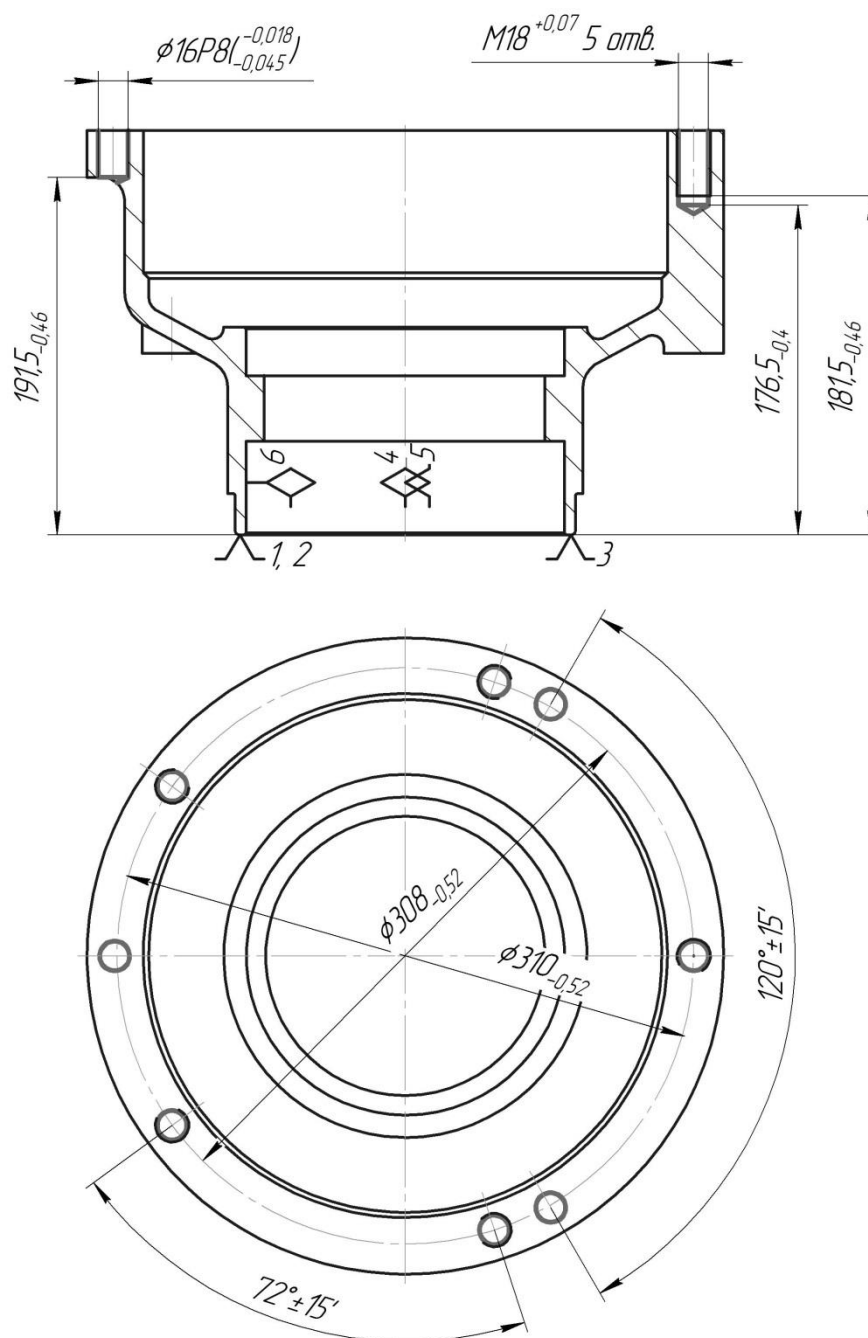


Рисунок 3 – Эскиз сверлильной операции

Данные для проектирования берем из ранее выполненных пунктов данной работы. Расчеты проводим по методике [7] с использованием справочных данных [25].

Расчет приспособления заключается в определении силы W , которая необходима для удерживания заготовки в процессе обработки. Для этого необходимо рассчитать действующие на заготовку при сверлении крутящий момент $M_{кр}$ и осевую силу P_o :

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (16)$$

где C_m , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;
 D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;
 S – продольная подача, мм/об.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 15,465^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,07 = 34,01 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Определение осевой силы производится по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (17)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции.

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 15,465^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,07 = 7669,91 \text{ Н}.$$

«Удерживают в приспособлении заготовку соответствующий момент M_3 и сила трения поверхностей лепестков цанги.

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (18)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей закрепления;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [7].

Искомая сила закрепления определяется из уравнения равенства этих моментов:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (19)$$

где K – коэффициент запаса.

$$W = \frac{34,1}{2 \cdot 0,16 \cdot 170} \cdot 2,48 = 1,55 \text{ Н.}$$

Действию осевой силы резания в процессе обработки противодействует сила трения, которая определяется по формуле:

$$F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (20)$$

Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (21)$$

где K – коэффициент запаса.

$$W = \frac{7669,91}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 14980 \text{ Н.}$$

Для расчета силового привода будем использовать большее из полученных значений W .

В качестве привода наиболее целесообразно применять пневмо- и гидроцилиндры.

Диаметр поршня штоковой полости:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (22)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление в цилиндре, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14980}{0,4} + 50^2} = 118 \text{ мм.}$$

Округляем значение диаметра поршня до ближайшего стандартного большего значения 120 мм.

Определяем точность спроектированного приспособления:

Для этого составляем расчетную схему, представленную на рисунке 4.

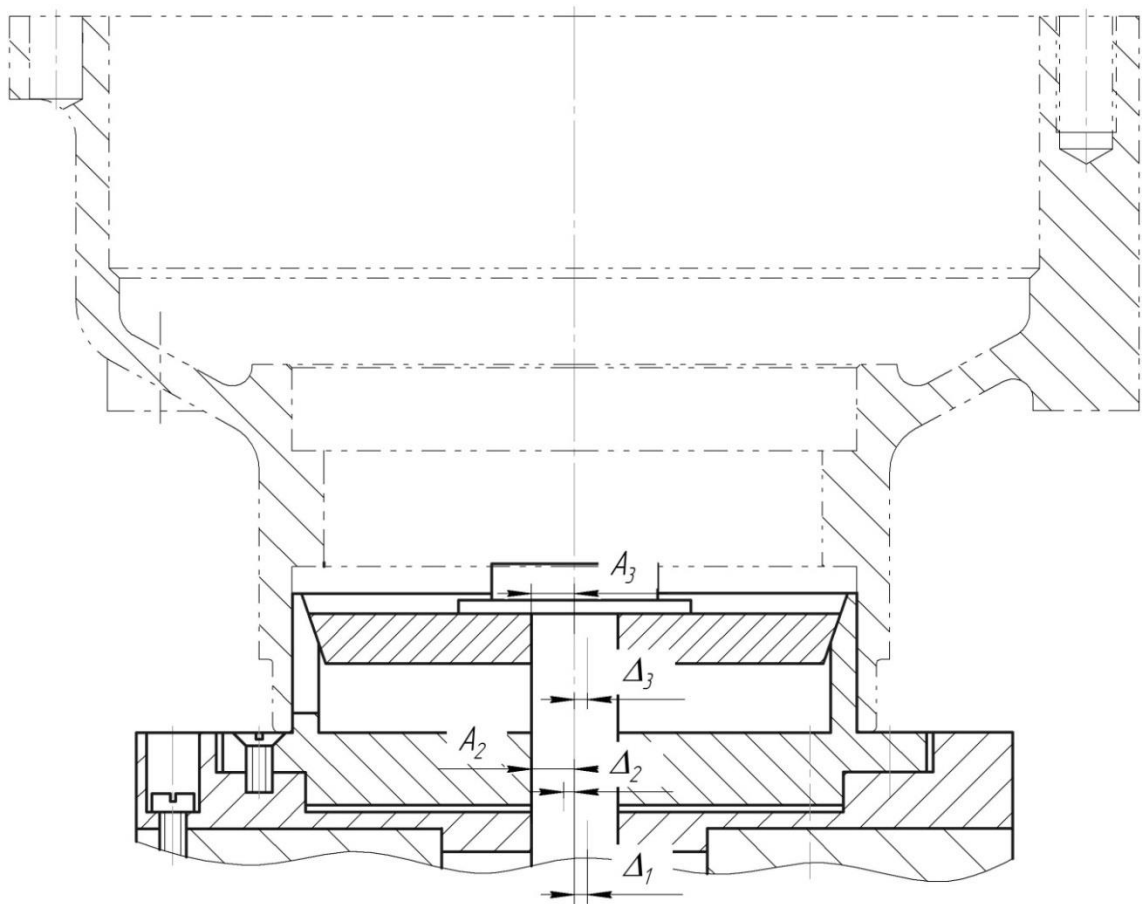


Рисунок 4 – Расчетная схема

Исходя из этой схемы составляется формула для расчета точности установки заготовок в спроектированном приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (23)$$

где Δ_1 – погрешность неперпендикулярности штока, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении тяги и цанги, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления рабочей поверхности цанги, мм.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Рассчитанная погрешность должна быть меньше чем допустимая погрешность, которая зависит от точности выполнения размеров и равна 0,09 мм. Как показали расчеты, спроектированное приспособление отвечает всем предъявляемым к нему требованиям и может быть применено в технологическом процессе.

Более подробно конструкция и элементы проектируемого приспособления представлены на чертеже графической части работы и в спецификации (приложение Б).

3.2 Проектирование режущего инструмента

Анализ полученных данных по проектируемому технологическому процессу показал, что для обеспечения его эффективности необходимо спроектировать сверло для 025 Сверлильной операции на переход сверления отверстий под нарезание резьбы, так как стандартные сверла не обеспечивают необходимых параметров выполнения операции.

Спроектируем инструмент для сверлильной операции для перехода сверления отверстия диаметром $15,5_{-0,07}$ мм. Проектирование будем производить по методике [22, 24].

Расчетный диаметр инструмента определяется из соотношения:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (24)$$

где D_{min} – минимально допустимый диаметр, мм;

TD – допуск на изготовление размера, мм.

$$D = 15,43 + \frac{0,07}{2} = 15,465 \text{ мм.}$$

Допуск на диаметр инструмента определяется исходя из того, что он должен быть на два квалитета точнее, чем изготавливаемое отверстие. Исходя из данного условия, диаметр проектируемого сверла должен составлять $15,465_{-0,027}$ мм.

«Режущую часть сверла принимаем из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 19265-73» [24]. Применение данного материала обеспечивает наименьшие затраты на сверление данного отверстия при этом обеспечивается выполнение всех требований предъявляемых к данному отверстию.

Хвостовую часть сверла выполняем цилиндрической. Размер принимаем из конструктивных соображений равным 16 мм. В таком случае необходимо выполнить проверку на максимальный передаваемый крутящий момент, который рассчитывается по формуле:

$$M = \mu \cdot P_3 \cdot D, \quad (25)$$

где μ – коэффициент трения в зоне контакта поверхностей хвостовика и патрона;

P_3 – сила закрепления, Н;

D – диаметр хвостовика, мм.

$$M = 0,1 \cdot 80 \cdot 16 = 480 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Крутящий момент, возникающий в процессе выполнения перехода сверления, составляет 34,01 Н·мм. Значение максимального передаваемого крутящего момента значительно выше, чем возникающего при обработке, поэтому принятая конструкция хвостовика соответствует заданным требованиям. Геометрия сверла принимается исходя из требуемых параметров шероховатости и условия обеспечения стойкости сверла: «угол заострения 2ϕ равен 118° ; задний угол α равен 12° ; передний угол γ равен 90° .» [22].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

На первом этапе определения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса необходимо определить его характеристики. Для этого в соответствии с рекомендациями [3] оформляется технологический паспорт технического объекта (таблица 7).

Таблица 7 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [3]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [3]	«Материалы, вещества» [3]
технологический процесс изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика	сверлильная операция	сверловщик	вертикально-сверлильный станок 2С135Ф2, оправка цанговая специальная, сверло специальное, сверло ГОСТ10902-77, зенкер ГОСТ12489-71, развертка ГОСТ1672-80, метчик М18 ГОСТ 3266-81	сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

Из паспорта следует, что используемые в технологическом процессе оборудование, средства оснащения, материалы и вещества являются характерными для выполнения данных операций.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Основываясь на паспорте технологического процесса, выявляем профессиональные риски, воздействие которых возможно на работников, выполняющих операции технологического процесса. Определение опасных и вредных факторов выполняем в соответствии с рекомендациями [3] по данным соответствующих стандартов. В таблице 8 представлены результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактор» [3]а
сверлильная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	станок, средства технологического оснащения
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт

Продолжение таблицы 8

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	станок, средства технологического оснащения
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	смазочно-охлаждающая жидкость
	физическая динамическая нагрузка	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт
	стереотипные рабочие движения	станок, средства технологического оснащения, технологический транспорт

Выявленные профессиональные риски достаточно опасны для работников осуществляющих технологический процесс и могут оказать существенное влияние на состояние его здоровья, привести к возникновению травмы, а при определенных обстоятельствах к летальному исходу.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение влияния профессиональных рисков технологического процесса, представленных в таблице 8, производится путем применения специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, а также применением организационных методов, представленных в таблице 9.

Таблица 9 – Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, зачистка заусенцев	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием» [3]

Продолжение таблицы 9

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	«инструктаж, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [3]	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«инструктаж, устройства и приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума» [3]	«наушники противошумные или вкладыши противошумные» [3]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	«инструктаж по охране труда, устройства, ограждающие опасные зоны, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, система аварийного отключения оборудования, средства изоляции» [3]	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктаж по охране труда, устройства местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм	инструктаж по охране труда, устройств ограждающие опасные зоны	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий,

Продолжение таблицы 9

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
		нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
физическая динамическая нагрузка	инструктаж по охране труда, периодические регламентируемые перерывы	
стереотипные рабочие движения	инструктаж по охране труда, регламентируемые перерывы	

Предложенные организационные мероприятия, а также средства коллективной и индивидуальной защиты позволяют существенно снизить возможное воздействие выявленных профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения техпроцесса. Это позволит снизить количество несчастных случаев на производстве и сократить количество профессиональных заболеваний.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на любом промышленном объекте играет важную роль. В данном случае необходимо обеспечить пожарную безопасность на участке механической обработки. Решение этой задачи будем выполнять согласно рекомендациям [3].

Для решения этой задачи необходимо «определить класс возможного пожара и опасные факторы пожара, возникновение которых может привести

к получению травм, летальному исходу у персонала и нанесению значительного материального ущерба» [3]. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Идентификация класса и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение» [3]	«Оборудование» [3]	«Класс пожара» [3]	«Опасные факторы пожара» [3]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [3]
участок изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика	вертикально-сверлильный станок 2С135Ф2, оправка цанговая специальная, сверло специальное, сверло ГОСТ10902-77, зенкер ГОСТ12489-71, развертка ГОСТ1672-80, метчик М18 ГОСТ 3266-81	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов повышенной концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества, вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества, опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара, воздействие огнетушащих веществ» [3]

Зная класс пожара и его возможные опасные факторы, выбираем технические средства обеспечения пожарной безопасности, которые представлены в таблице 11. Все выбранные технические средства должны соответствовать требованиям, предъявляемым к противопожарному оборудованию [3], иметь соответствующие сертификаты и быть максимально эффективным в условиях рассматриваемого производства.

Таблица 11 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
огнетушители, гидропомпы, ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, пилы, топоры	пожарные автомобили, мотопомпы, передвижные огнетушители	автоматическая система пожаротушения	извещатели, приборы приема, контрольные, системы передачи извещений о пожаре	клапаны, гидранты, колонки, стволы, рукава соединительные, колонки, гидроэлеваторы,	противогазы, самоспасатели	ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка	автоматические звуковые оповещатели, световые оповещатели

Далее определяем комплекс организационных мероприятий, применение которых позволит «снизить вероятность возникновения пожара, а в случае его возникновения позволит минимизировать воздействие опасных факторов пожара на работников производства и минимизировать материальный ущерб» [3]. Разработанный в соответствии с рекомендациями [3] комплекс мероприятий представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [3]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [3]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [3]
технологический процесс изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика	«приказы, распоряжения инструкции по обеспечению пожарной безопасности объекта, обучение работников объекта мерам пожарной безопасности» [3]	инструктажи, сигнализация, автоматическая система пожаротушения, первичные средств пожаротушения

Представленные в таблицах 11 и 12 технические средства пожаротушения и организационные мероприятия позволяют успешно решить задачу обеспечения пожарной безопасности в условиях механосборочных производств, к которым относится рассматриваемый технологический процесс.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Еще одним важным аспектом безопасности производственного процесса является обеспечение экологических показателей. Определение негативных экологических факторов производится по данным [3].

В данном случае следует учесть особенности производства, связанные с наличием большого количества отходов в виде металлического лома и различных химических жидкостей, что требует применения специальных средств очистки.

Сначала определим, какие из отходов производства оказывают действие на экологические составляющие. Для этого идентифицируем негативные экологические факторы и представим результат в виде таблицы 13.

Таблица 13 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [3]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [3]
технологический процесс изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика	вертикально-сверлильный станок 2С135Ф2, оправка цанговая специальная, сверло специальное, сверло ГОСТ10902-77, зенкер ГОСТ12489-71, развертка ГОСТ1672-80, метчик М18 ГОСТ 3266-81	взвешенные частицы и аэрозоли смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль	смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы

По результатам идентификации с использованием данных [3] разрабатываем организационно-технические мероприятия, направленные на снижение влияния выявленных негативных экологических факторов. Результаты разработки мероприятий представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления картера бортового редуктора трубоукладчика
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	очистка воздуха при помощи адсорберов, барботажно-пылеуловителей, аппараты термической и каталитической нейтрализации газовых выбросов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«очистка сточных вод при помощи системы механической очистки, флотационных установок и аэраторов» [3]
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«переплавка лома, сортировка отходов, захоронение отходов на полигонах» [3]

Выполнение анализа технологического процесса на безопасность его выполнения позволило максимально снизить риски получения травм работниками производства, что достигнуто благодаря применению средств индивидуальной и коллективной защиты, разработке соответствующих организационных мер.

Анализ возможных рисков возникновения пожаров и их характеристик позволил достигнуть необходимого уровня пожарной безопасности путем применения соответствующих виду выполняемых работ технических средств пожаротушения и организационных мероприятий.

Результаты анализа возможного воздействия экологических факторов позволили разработать организационно-технические мероприятия, направленные на снижение воздействия выявленных опасных экологических факторов на окружающую среду и обеспечить соответствие производства всем экологическим нормам.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Картер». Эти изменения касаются только одной операций. В качестве оснастки используется приспособление с механизированным зажимом, вместо приспособления с ручным зажимом. А в качестве замененного инструмента предложено использовать сверло спиральное специальную Р6М5, вместо сверла спирального ГОСТ 10902-477 из быстрорежущей стали Р6М5. Также применяется зенкер ГОСТ 12489-71 Р6М5, развертка ГОСТ 1672-80 Р6М5 и метчик ГОСТ 3266-81 Р6М5, без изменения по вариантам технологического процесса.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [13] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимо последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

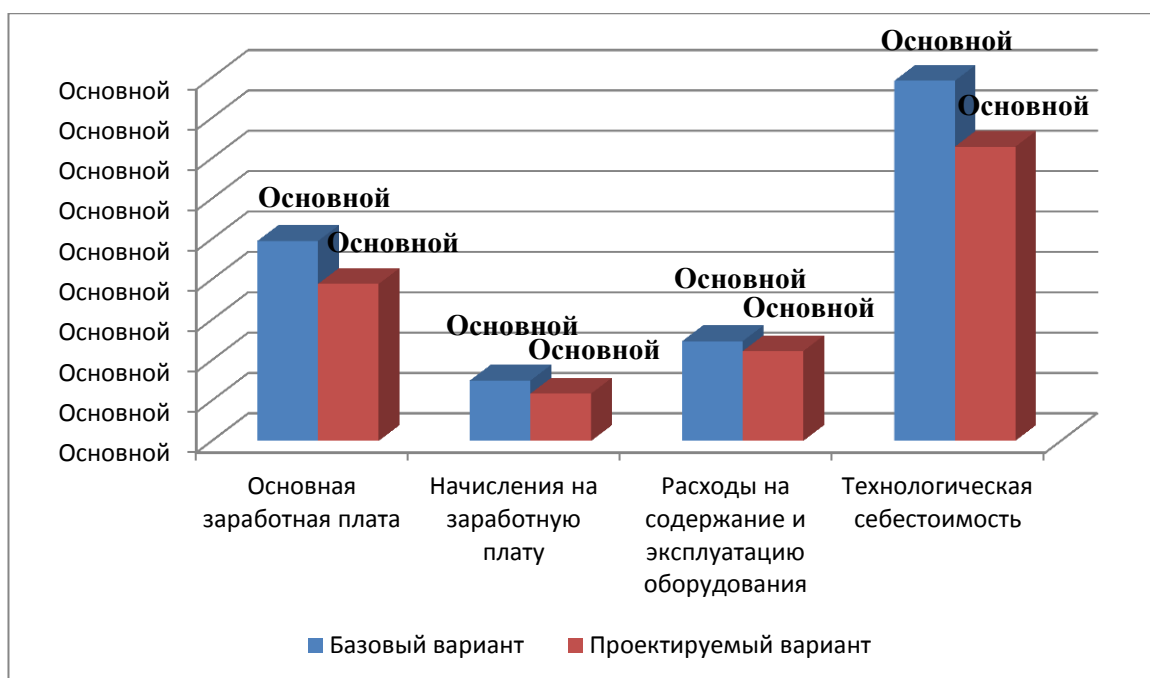


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Картер» на 16,31 руб., что составит 18,3%.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 270,24 рублей, а для проектируемого – 215,06 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемого варианта меньше чем в базовом. Эта разница составляет 20,4% или 55,18 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки

для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 220720 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложения в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали «Картер» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление, затраты на корректировку управляющей программы и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 108891,07 рублей. На рисунке 6 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.



Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что примерно в одинаковой степени на итоговую величину инвестиций оказывают три параметра: затраты на проектирование, доля

которых составляет 39,8 %; затраты на инструмент – 31,9 % и затраты на корректировку управляющей программа – 26,1 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	1
Общий дисконтируемый доход, руб.	127731,48
Интегральный экономический эффект, руб.	18840,41
Индекс доходности, руб. / руб.	1,17

Анализируя, представленные в таблице 15, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 18840,41 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,17 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 17 %.

Заключение

Выполнение данной выпускной квалификационной работы позволило достигнуть ее цели, которая заключается в разработке технологического процесса изготовления обеспечивающего выпуск необходимого количества картеров бортового редуктора трубоукладчика отвечающих заданным конструктором техническим требованиям при условии обеспечения минимума затрат на их изготовление.

Достижение этой цели было достигнуто путем поэтапного решения задач работы, которые были поставлены в ходе выполнения первого раздела работы, который содержит комплексный анализ исходных данных. Выполнение данного анализа позволило подробно проанализировать служебное назначение детали, условия ее эксплуатации и технологичность. По результатам выполнения данного раздела сформулированы основные задачи работы, решение которых позволило достичь поставленной цели. Решение технологических задач было проведено в ходе выполнения второго раздела работы. В частности решены задачи выбора метода получения заготовки, определения маршрута обработки поверхностей, расчета припусков на обработку, выбора средств технологического оснащения техпроцесса, разработки схем базирования заготовок на операциях техпроцесса, разработки плана изготовления, определения режимов резания и норм времени на выполнение технологических операций, разработки соответствующей технологической документации. Конструкторские задачи работы были решены в третьем разделе работы. В частности решены задачи проектирования станочного приспособление и режущего инструмент для совершенствования сверлильной операции. В четвертом разделе содержатся результаты анализа безопасности и экологичности технологического процесса. Пятый раздел содержит расчеты экономических показателей технологического процесса, которые отражают его эффективность.

Список используемых источников

1. Белов П.С. Основы технологии машиностроения: пособие по выполнению курсовой работы / П.С. Белов, А.Е. Афанасьев. – Егорьевск. : ЕТИ МГТУ "СТАНКИН", 2015. – 116 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.iprbookshop.ru/31952.html> (дата обращения: 03.04.2020).
2. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 03.05.2020).
4. Горохов В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 588 с.
5. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
6. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 12.04.2020).
7. Иванов И.С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И.С. Иванов. – Москва. : ИНФРА-М, 2015. – 198 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/405031> (дата обращения: 28.04.2020).
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с.

[Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 17.04.2020).

9. Клепиков В.В. Технология машиностроения / В.В Клепиков., А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ ИНФРА, 2004. – 860 с.

10. Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 30.03.2020).

11. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 12.04.2020).

12. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учеб. для нач. проф. образования / С.А. Зайцев [и др.]. – 2-е изд., стер. ; Гриф МО. – Москва. : Академия, 2006. – 462 с.

13. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 04.05.2020).

14. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / Л.В. Лебедев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп.; Гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2008. – 423 с.

15. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

16. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/881108> (дата

обращения: 26.04.2020).

17. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 25.04.2020).

18. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 26.04.2020).

19. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 17.04.2020).

20. Расторгуев Д.А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти. : ТГУ, 2015. – 140 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/76> (дата обращения: 25.04.2020).

21. Режимы резания металлов: справочник / Ю.В. Барановский [и др.] ; под ред. А.Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. – Москва. : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

22. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Кирсанов [и др.] ; под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 1986. – 288 с.

23. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 25.04.2020).

24. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 28.04.2020).

25.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

26.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

27.Суслов А.Г. Основы технологии машиностроения: учеб. для студентов направления подготовки бакалавров "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.Г. Суслов. – Гриф УМО. – Москва. : КНОРУС, 2016. – 288 с.

28.Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 28.04.2020).

29.Химический состав и физико-механические свойства стали 40ХЛ [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sto/40XL (дата обращения: 30.03.2020).

Приложение А
Технологическая документация

Дир.																				
Взам.																				
Подп.																				

Разработал *Старостин*
Проверил *Козлов*
Утвердил
Н. конто

ТГУ кафедры ОТМП

Картер

M01	<i>Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88</i>											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ		
M02		166	2197	1		0,75	4112Х	φ344,66x226,4	1	29,28		

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОЛ	Кшт	Тноз	Тшт
---	-----	----	----	------	----------------------------	----	-------	---	----	----	------	----	----	-----	------	-----

XX XX XX 000 *Заготовительная*
Литейная машина

05
A06 *XX XX XX 005 4110 Токарная*

507 *381101 Токарный 16K20Ф3 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 523*
Точиль поверхность 1, 2, 3, 4, 7, 22 в размер φ340^{+0,52}, φ280^{+0,4}, φ167,963^{+0,4}, φ150^{+0,4}, 2218^{+0,46}, 141^{+0,4}
09 *115^{+0,52}, 86,5^{+0,52}*

0 10 *396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80, 392190 Резец рассточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;*
Т11 *392190 Резец концурный ГОСТ18879-73 Т5К10, 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, 3933450*
Т12 *диаметр НМ-600 ГОСТ10-88.*

В

A 14 *XX XX XX 010 4110 Токарная*

Б 15 *381101 Токарный 16K20Ф3 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 145*

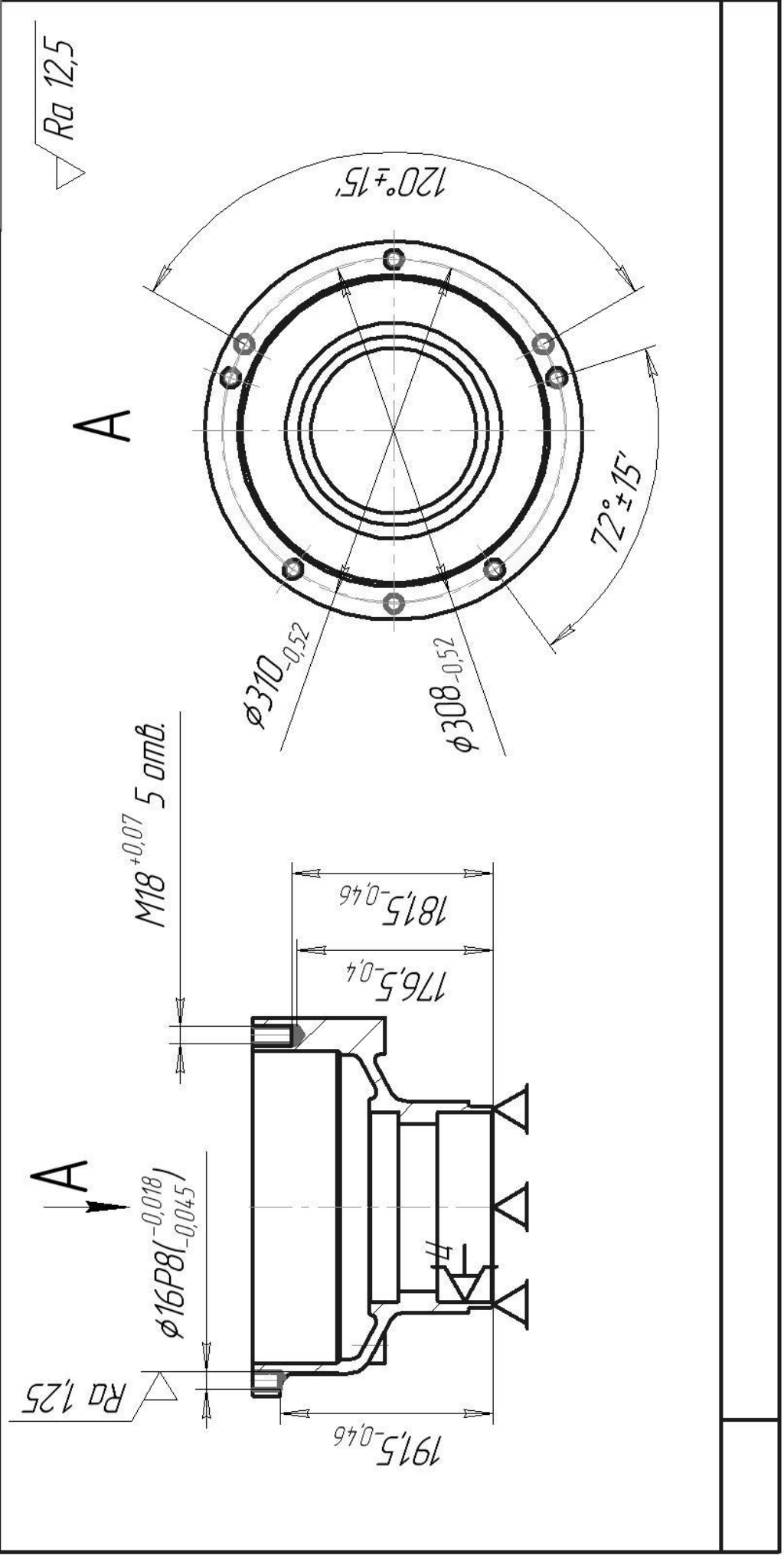
0 16 *Точиль поверхность 15, 16, 17, 19, 20, 21 в размер φ182,3^{+0,16}, φ167,93^{+0,4}, 219,2^{+0,16}, 195,8^{+0,16}, 167,8^{+0,4}.*

МК

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Т 19	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392190 Резец контурный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89; 393450 Диаметр НМ-175 ГОСТ10-88.											
Т 20												
21												
А 22	ХХ ХХ ХХ 015 4110 Токарная											
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1200 1 188											
0 24	Точить поверхности 1, 23, 24, 34 в размер $\phi 168,811^{+0,10}$, 218,1 $^{+0,185}$, 87,4 $^{+0,14}$.											
Т 25	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба											
Т 27	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Диаметр НМ-150 ГОСТ10-88.											
28												
А 29	ХХ ХХ ХХ 020 4110 Токарная											
Б 30	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1200 1 188											
0 31	Точить поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21 в размер $\phi 182^{+0,105}$, $\phi 168,811^{+0,10}$, 217,1 $^{+0,185}$, 167,2 $^{+0,16}$.											
Т 32	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба											
Т 34	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Диаметр НМ-175 ГОСТ10-88.											
35												
А 36	ХХ ХХ ХХ 025 4120 Сверлильная											
Б 37	381210 Вертикально-сверлильный 2С135Ф2 3 17335 312 1Р 1 1 1200 1 1565											
0 38	Сверлить, нарезать резьбу поверхности 5, 30 в размер $\phi 16^{-0,010}$ $\phi 16^{+0,015}$; М18; 1915 $^{+0,16}$; 1815 $^{+0,16}$; 176,5 $^{+0,14}$.											
Т 39	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло $\phi 15,465$ специальное; 391213 Сверло $\phi 15$											
Т 40	ГОСТ10902-77 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15,75$ ГОСТ12489-71 Р6М5; 391722 Развертка $\phi 16$ ГОСТ1672-80											
Т 41	Р6М5 391311 Метчик М18ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр.											
МК												

Дізн.											
Взам.											
Подп.											

Разроб.	Спераситин	ТГУ,									025
Проверил	Козлов	Кафедра ОТМП									
Нконтр.											

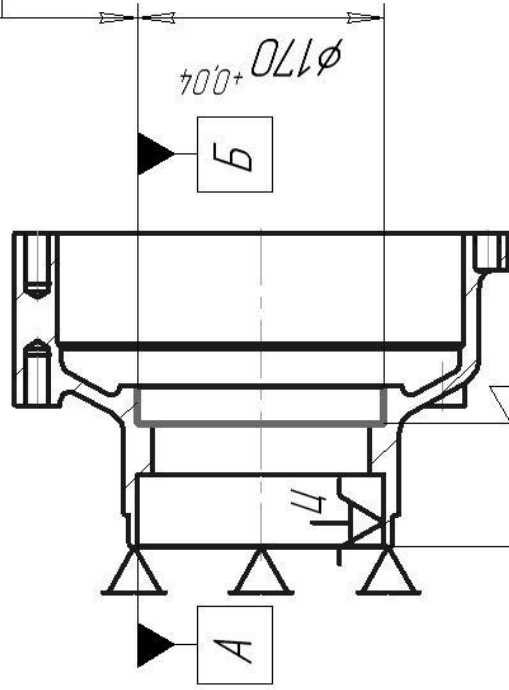


Дізн.																				
Взам.																				
Підп.																				

Разроб.	Сторожин	ТТУ, Кафедра ОТМП	Картер	060
Проверил	Козлов			
Нконтр.				

$Ra 1,25$

$\text{◎} 0,012 A$



$0,002 B$

$85_{-0,14}$

Добл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разработ.	ТГУ,																			
Проверил	Кафедра ОТМП																			
Инжнпр.	Картер																			
Наименование операции	Строистин	Козлоб																		
Шлифовальная	Твердость	EB	MD	Профиль и размеры	МЗ	КОИД														
	НРС 25	166	2197	Ø 344,66x226,4	29,28	1														
Обработка, устройство ЧПУ	To	Tb	Tпз	Tшп																
	3,2			4,0	Укранил-1															
3К228В	D или B	L	F	S	p	V														
1. Установить заготовку																				
396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный.																				
2. Шлифовать поверхность 23, 24 выдерживая размеры согласно эскиза.																				
	1				0,008	360	30													
	2				0,005	360	25													
3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																				
07																				
08																				
09																				
10																				

Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Стр.	№		
				<u>Документация</u>						
A1			20.БР.ОТМП.750.65.00.000СБ	Сборочный чертеж						
				<u>Детали</u>						
A3		1	20.БР.ОТМП.750.65.00.001	Корпус	1					
A4		2	20.БР.ОТМП.750.65.00.002	Крышка	1					
A4		3	20.БР.ОТМП.750.65.00.003	Цанга	1					
A4		4	20.БР.ОТМП.750.65.00.004	Тяга	1					
A4		5	20.БР.ОТМП.750.65.00.005	Втулка	1					
A3		6	20.БР.ОТМП.750.65.00.006	Шток	1					
A3		7	20.БР.ОТМП.750.65.00.007	Пневмоцилиндр	1					
A4		8	20.БР.ОТМП.750.65.00.008	Поршень	1					
A4		9	20.БР.ОТМП.750.65.00.009	Крышка пневмоцилиндра	1					
A4		10	20.БР.ОТМП.750.65.00.010	Шпонка	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4					
		12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8					
		13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2					
		14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5					
		15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8					
		16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2					
		17		Демпфер ГОСТ8756-79	1					
		18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2					
		19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1					
			20.БР.ОТМП.750.65.00.000							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление станочное					
Разраб.	Старостин							Лит.	Лист	Листов
Проб.	Козлов								1	2
Н.контр.								ТГУ, ИМ, гр. ТМБз-1502Б		
Утв.								Формат А4		

